

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PUB-NO: DE003610519A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 3610519 A1

TITLE: Control device for increasing wheel contact pressure in
multi-wheel road vehicles

PUBN-DATE: October 1, 1987

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BAUN, HANS ULRICH DIPL ING	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BAUN HANS ULRICH DIPL ING	N/A

APPL-NO: DE03610519

APPL-DATE: March 27, 1986

PRIORITY-DATA: DE03610519A (March 27, 1986)

INT-CL (IPC): B60B039/00

EUR-CL (EPC): B60B039/00

US-CL-CURRENT: 105/73

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O> Control device for improving the grip in multi-wheel road vehicles by increasing the respective wheel contact pressure, in particular on an extremely slippery carriageway, as a result of an electronically controlled, but for example hydrodynamically, electromagnetically or electromotively operating system superimposing medium-frequency or high-frequency vertical oscillations on the rotational motion of each rolling wheel, simultaneously or in accordance with a predetermined programme, and thus, as a result of the downward acceleration of the said vibration, increasing the contact pressure of the tyre/carriageway friction in such a way that, for example on black ice, a shorter braking distance, and increased starting-up torque and, generally, an improved grip is obtained.

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3610519 A1**

⑤1 Int. Cl. 4:
B60B 39/00

②1 Aktenzeichen: P 36 10 519.8
②2 Anmeldetag: 27. 3. 86
④3 Offenlegungstag: 1. 10. 87

Behörden Eigentum

DE 3610519 A1

⑦1 Anmelder:

Baun, Hans Ulrich, Dipl.-Ing., 7263 Bad Liebenzell,
DE

⑦2 Erfinder:

gleich Anmelder

⑤4 Regeleinrichtung zur Erhöhung des Rad-Anpreßdrucks bei mehrrädri gen Straßenfahrzeugen

Regeleinrichtung zur Verbesserung der Bodenhaftung bei mehrrädri gen Straßenfahrzeugen durch Erhöhung des jeweiligen Rad-Anpreßdrucks, insbesondere auf extrem glatter Fahrbahn, dadurch, daß an jedem abrollenden Rad, gleichzeitig oder nach einem vorgegebenen Programm, ein elektronisch gesteuertes, aber z. B. hydrodynamisch, elektromagnetisch oder elektromotorisch arbeitendes System die Rad-Drehbewegung durch mittel- oder hochfrequente Vertikal-Schwingungen überlagert und so durch deren Abwärtsbeschleunigung den Anpreßdruck der Reib-Paarung Reifen/Fahrbahn dergestalt steigert, daß z. B. auf Glatteis ein verkürzter Bremsweg, ein erhöhtes Anfahrmoment sowie allgemein eine verbesserte Bodenhaftung erzielt wird.

DE 3610519 A1

Patentansprüche

- 1.0 Regeleinrichtung zur Erhöhung des Rad-Anpreßdrucks bei mehrrädri-
gen Straßenfahrzeugen zum
Zwecke der Verbesserung der Bodenhaftung auf extrem glatter Fahrbahn **dadurch gekennzeichnet**, daß an
jedem abrollenden Rad, gleichzeitig oder je nach vorgegebenem Steuerprogramm, durch ein elektronisch
gesteuertes und hydrodynamisch (oder auch z. B. elektromagnetisch, elektromotorisch etc.) arbeitendes
Regelsystem die Drehbewegung jedes Rades durch mittel- oder hochfrequente Vertikalschwingungen
überlagert und so der Anpreßdruck der Paarung Reifen/Straßenoberfläche gesteigert wird, wodurch zeit-
weise eine verbesserte Bodenhaftung des Fahrzeugs erreicht und ggf. der Bremsweg verkürzt wird.
- 2.0 Regeleinrichtung zur Erhöhung des Rad-Anpreßdrucks nach Anspruch 1.0 **dadurch gekennzeichnet**, daß
Frequenz und/oder Amplitude an jedem der einzelnen Räder je nach Rollgeschwindigkeit und/oder relati-
ver Winkelgeschwindigkeit (Schlupf) in Relation zur Fahrbahn individuell moduliert wird.
- 3.0 Regeleinrichtung zur Erhöhung des Rad-Anpreßdrucks nach Anspruch 1.0 **dadurch gekennzeichnet**, daß
Frequenz und/oder Amplitude zentral moduliert, jedoch mit individueller zeitlicher Phasenverschiebung je
nach dem Verhältnis Winkelgeschwindigkeit des einzelnen Rades/Zeiteinheit zu der aller anderen beteilig-
ten Räder oder jedes einzelnen Rades gewählt werden.
- 4.0 Regeleinrichtung zur Erhöhung des Rad-Anpreßdrucks nach Anspruch 1.0 **dadurch gekennzeichnet**, daß
ein oder mehrere hydrodynamische Bauelemente wie z. B. Pumpen, durch weitere geeignete Bauteile wie
z. B. Ventile, Schieber oder Taktgeber gesteuert, periodische Druckschwingungen im Leitungssystem zu
den Rädern erzeugen, welche dort durch abermals geeignete Bauelemente wie z. B. einfach- oder doppelt-
wirkende, mit der Baugruppe Rad verbundene Druckzylinder in periodische Vertikalschwingungen umge-
setzt werden, welche die Bodenhaftung erhöhen.
- 5.0 Regeleinrichtung zur Erhöhung des Rad-Anpreßdrucks nach Anspruch 1.0 **dadurch gekennzeichnet**, daß
die Modulation der Druckschwingungen, welche entweder die Parameter Frequenz, Amplitude oder aber
ein kombiniertes System beider variabler Größen zum Gegenstand hat, entweder nach Art einer Halbwelle
abwechslungsweise zum Höchstwert anschwellend und dann wieder gegen Null gehend oder aber nach Art
einer Sinuslinie mit Druck und Gegendruck, notfalls in zwei getrennten Leitungssystemen, gewählt wird.
- 6.0 Regeleinrichtung zur Erhöhung des Rad-Anpreßdrucks nach Anspruch 1.0 **dadurch gekennzeichnet**, daß
anstelle bisher verwendeter hydraulischer Rad-Dämpfungselemente wie z. B. sog. "Stoßdämpfer" ein Bau-
teil in der Grundform des doppeltwirkenden Zylinders Verwendung findet, bei dem die hinzukommende
konventionelle Aufgabe der Einzel-Raddämpfung in einem weiteren Rechnerprogramm beliebiger Kom-
plexität zusätzlich überlagert werden kann. (Fig. 3)
- 7.0 Regeleinrichtung zur Erhöhung des Rad-Anpreßdrucks nach Anspruch 1.0 **dadurch gekennzeichnet**, daß
ein elektronisch gesteuertes, aber elektromagnetisch oder elektromotorisch agierendes, am jeweiligen Rad
angebrachtes Bauelement nicht nur die der Rad-Einfederung zu überlagernden Vertikalschwingungen
erzeugt, sondern gleichzeitig auch die bekannte Dämpfungskennlinie erzeugt und so unerwünschte Rad-
schwingungen dämpft.

Beschreibung

- Die Erfindung betrifft eine Regeleinrichtung, welche der Verbesserung des Radanpreßdrucks jedes einzelnen
Rades bei mehrrädri- gen Straßenfahrzeugen mit der Zielsetzung einer Verbesserung der Bodenhaftung auf
eisglatter oder wasserüberspülter Fahrbahn dient; insbesondere als Anfahrhilfe und zur Unterstützung eines etwa
vorhandenen ABS-Bremssystems beim Bremsvorgang.
- Die beschriebene Regeleinrichtung soll insbesondere dann den Bremsweg verkürzen, wenn die Pulsationen im
System der ABS-Bremse mit den abwärtsgerichteten Vertikalschwingungen hoher Beschleunigung synchroni-
siert oder in ein harmonisches Abstimmungsverhältnis nach Fourier gebracht werden.
- Es ist bekannt, daß der Beiwert der Haftreibung größer ist als der der Gleitreibung; anders ausgedrückt: das
anfahrende bzw. abgebremste Rad eines Straßenfahrzeugs hat dann die größte Bodenhaftung, wenn es sich
unmittelbar vor dem Schlupf, d. h. Durchdrehen beim Anfahren bzw. Blockieren beim Bremsen befindet.
- Diesen physikalischen Effekt machen sich verschiedene Brems-Systeme mehrerer Hersteller zunutze, deren
Aggregate sich unter dem Sammelbegriff ABS-Bremse subsummieren lassen.
- Ebenso gibt es die Umkehrung des ABS-Systems unter Verwendung desselben physikalischen Prinzips: die
elektronisch gesteuerte "Anti-Schlupf-Regelung" zur Verhinderung des Durchdrehens der Räder beim Beschleu-
nigen.
- Beiden Systemen ist gemeinsam eigen, daß Winkelgeber an allen Rädern den gerade anfallenden Drehwinkel
pro Zeiteinheit untereinander und mit einem fahrzustandabhängigen Sollwert im Rechner vergleichen und so
über ein geeignetes Steuerprogramm sichergestellt wird, daß an jedem Rad Schlupf sofort korrigiert wird und
der optimale Arbeitspunkt herbeigeführt und gehalten werden kann.
- Insofern ist bereits seit längerem Stand der Technik, die vorhandenen physikalischen Gegebenheiten der
Reib-Paarung Reifen/Straßenoberfläche optimal, d. h. dicht vor der Schlupf-Grenze, am Punkt maximaler Stras-
senhaftung zu nutzen, dort nämlich, wo die Rollreibung nahezu übergangslos in die Gleit-Reibung übergeht.
- Dieses oben kurz in seiner Funktion umrissene System hat jedoch einen Mangel:
Es kann die durch Reibung übertragbaren Kräfte zwischen Reifen und Strasse zwar maximal nutzen im Rahmen
der physikalischen Möglichkeiten, nicht jedoch jene verstärken oder im Betrag steigern.
- Überträgt jedes Rad das maximal mögliche Drehmoment durch seine Umfangskraft auf die Strasse, indem es am
optimal errechneten Arbeitspunkt gehalten wird, dann ist eine weitere Leistungs-Zufuhr nicht möglich, ohne
Schlupf zu erzeugen und so einen unkontrollierten Fahrzustand herbeizuführen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch eine geeignete Regeleinrichtung abwärtsgerichtete Vertikalschwingungen hoher Beschleunigung zu erzeugen, welche gestatten, beim Anfahren, Fahren und Bremsen höhere Kräfte als bisher auf die Strasse zu übertragen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß durch Erzeugung möglichst vieler nach unten gerichteter Vertikal-Bewegungen hoher Beschleunigung pro Zeiteinheit am Rad die Normalkraft, die durch jedes Fahrzeug auf die Strasse ausgeübt wird, verstärkt wird.

Da nun die Reibungs-Grundgleichung der schiefen Ebene gilt:

Widerstandskraft in Längsrichtung = Reib-Beiwert \times Normalkraft

wird durch Verstärkung der Normalkraft gleichzeitig auch die — eben noch — ohne Schlupf auf die Strasse übertragbare Umfangskraft des Rades erhöht.

Hierbei müssen folgende Überlegungen gelten:

Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverhältnisse dieser Vertikalbewegungen müssen, abgestimmt auf Masse, Federungskennlinie und Dämpfungsverhalten des schwingenden Systems "Rad" so gewählt werden, daß der normalkrafterhöhende Vektor des nach unten schwingenden Rad-Systems ungleich größer ist als der normalkraftverzehrende Vektor der wieder nach oben zurückschwingenden Rad-Baugruppe.

Dies läßt sich durch eine Kurve im $v-t$ -Schaubild darstellen, deren Impuls etwa die Charakteristik einer Kippschwingung aufweist (Fig. 1)

also: jähe, ungebremste Abwärtsbewegung

und: langsame, weich abgefangene Aufwärtsbewegung.

Die zugeordneten Beschleunigungsverhältnisse zeigt Fig. 2

Über eine Vielzahl von Pulsationen pro Sekunde läßt sich hier eine deutliche Steigerung der auf die Fahrbahn übertragbaren Kräfte erzielen.

Die Frequenz der Regeleinrichtung muß Federungs- und Dämpfungskennlinie der vorliegenden Rad-Dämpfung berücksichtigen, woraus sich die Rückstellkräfte des schwingenden Systems mit ergeben. Ebenso muß die gesamte Masse der Einzelrad-Baugruppe bekannt sein.

Es gilt dann:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$$

m = Masse

D = Direktions- oder Rückstell-Kraft

Da nun einerseits eine möglichst hohe Vertikalschwingungs-Frequenz des Rades angestrebt wird, findet doch dieses Bestreben andererseits in dem dann überproportional ansteigenden Energieaufwand seine Grenzen. Durch das weiche Abbremsen des nach oben zurückschwingenden Rades wird außerdem soviel Zeit benötigt, daß bei vorgegebener Masse auch aus diesem Grunde der Frequenz nach oben Grenzen gezogen sind. Des weiteren dürfen Ausläufer besagter Schwingungen weder die Schweißnähte der Fahrzeugteile noch andere Aggregate auf die Dauer beeinträchtigen. Man wird also die Eigenfrequenz des schwingenden Systems "Einzelrad" ermitteln und eine hierzu harmonische Oberschwingung wählen.

Derartige anpreßdruckverstärkende Frequenzen sollen vor allem beim Anfahren und Bremsen herangezogen werden, im übrigen Fahrbetrieb jedoch nur bei Bedarf (etwa bei Eisglätte) zeitweise zugeschaltet werden.

Die Amplitude kann sehr gering sein; wenige Millimeter Weg sind bei entsprechend hoher Beschleunigung zur Verstärkung des Anpreßdrucks ausreichend.

Ein elektronisch gesteuertes und hydrodynamisch, elektromagnetisch oder elektromotorisch arbeitendes Regelsystem sorgt dafür, daß jedes Rad einzeln beim Anfahren, Rollen oder auch Bremsen durch — den normalen Fahrschwingungen überlagerte — Vertikalfrequenzen und dadurch erhöhten Anpreßdruck auch größere Umfangskräfte auf die Fahrbahn übertragen kann, insbesondere dann, wenn das Rad — wie bei ABS-Bremse und elektronischer Anfahrhilfe üblich — durch eine elektronische Regelung stets an der Schlupfgrenze gehalten wird.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß mit vertretbarem Aufwand an Energiebedarf und konstruktiven Maßnahmen bei Straßenfahrzeugen eine erhebliche Verkürzung des Bremswegs, insbesondere auf Glätte, erzielt werden kann, ebenso eine Verbesserung des Anfahrverhaltens und der Steigfähigkeit auf Glätte, das heißt der Fahrsicherheit allgemein auf glattem oder nassem Untergrund.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, ein etwa bereits vorhandenes hydrodynamisches Federungs- und Dämpfungssystem durch geringe Erweiterungen auszubauen und mit integrieren zu können.

Ein zusätzlicher Vorteil besteht außerdem darin, daß der elektronische Aufwand minimal ist, da die Signale der bei ABS-Bremse und elektronischer Anfahrhilfe ohnehin benötigten Rad-Sensoren (Winkelgeber) dem oben beschriebenen System ebenfalls zugeführt werden: sobald ein Rad die Rollreibung-Zone verläßt und sich der Gleitreibung nähert, setzt die Verstärkung der Bodenhaftung unverzüglich ein.

Fig. 3 zeigt die Prinzipdarstellung einer hydrodynamischen Schwingungserregung, wobei ein vorhandenes ölhydraulisches Dämpfungssystem mit dieser Aufgabe zusätzlich betraut wird.

Fig. 4 zeigt ein Beispiel des zugehörigen Ablauf-Diagramms

Weitere Möglichkeiten, Schwingungen an der Radaufhängung hervorzurufen, können z. B. durch Elektromagnete, oder aber elektromotorisch mittels Nockenscheiben, Steuerkurven, Kurbeltrieb, ja sogar durch Linear-motor verwirklicht werden.

Weitere kombinierte Methoden sind ebenfalls möglich.

Grundsätzlich — auch aus Gründen der Impedanz — kann ein derartiges Schwingungssystem auch — mehrfach ausgelegt — peripher an das einzelne Rad verlegt werden, als komplettes Aggregat einschließlich Steuerung.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

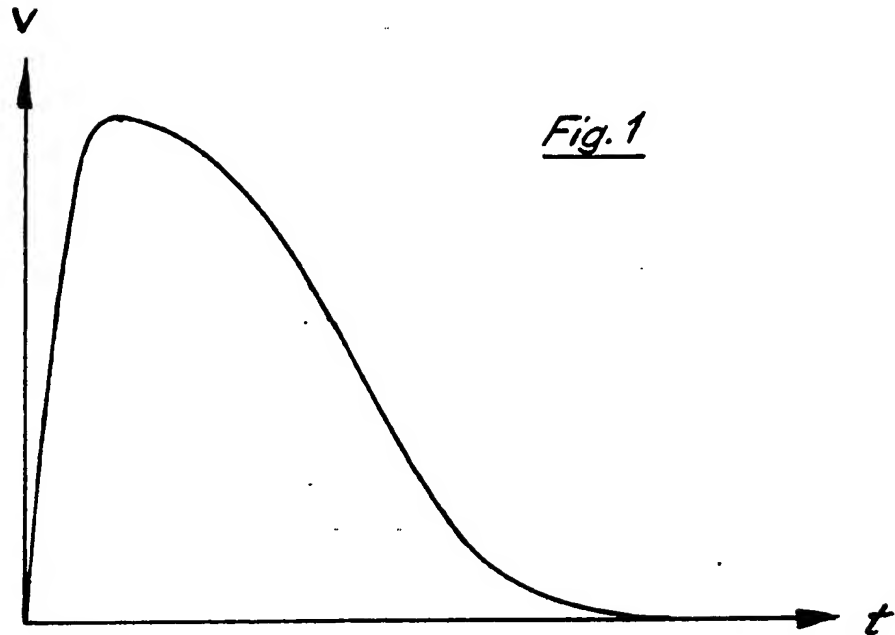
50

55

60

65

$$v = \frac{ds}{dt}$$



$$a = \frac{dv}{dt}$$

